

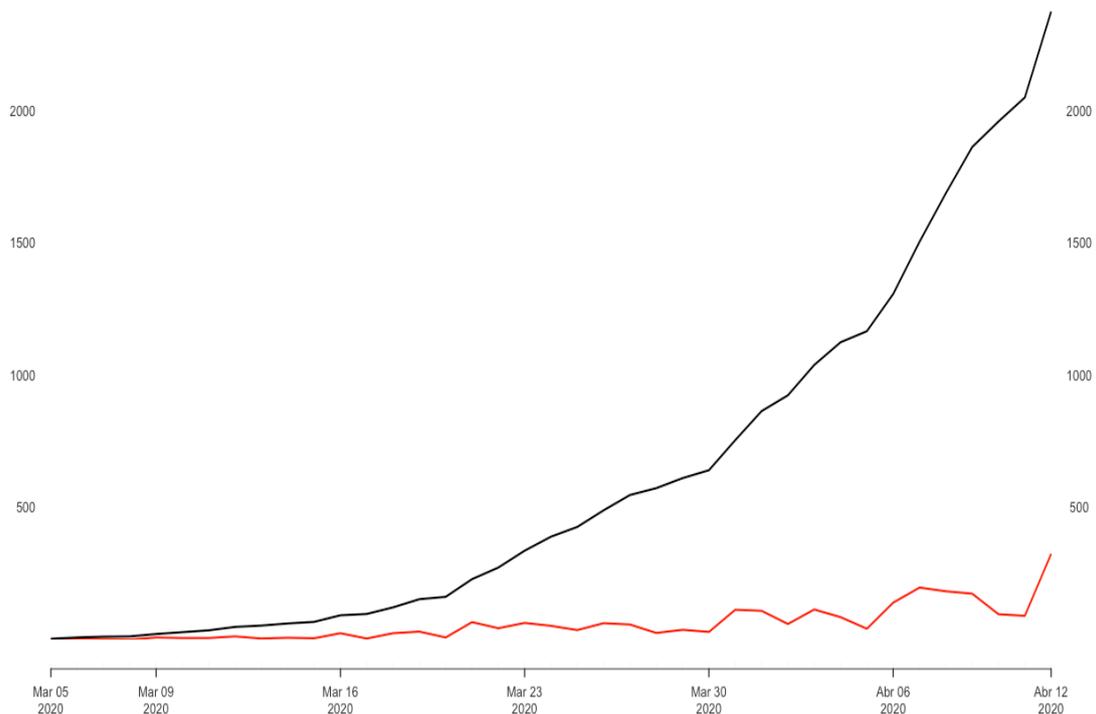
Previsão da evolução dos casos de COVID-19 no município do Rio de Janeiro para o período de 14/abril a 04/maio

O LEGOS trata o problema de prever a evolução do total de casos confirmados de [COVID-19](#) no município do Rio de Janeiro. Para chegar aos resultados que serão apresentados a seguir utilizamos a série histórica do referido município que está disponível no [Painel Rio COVID SMS | IPP | COR](#). Esta série histórica é apresentada na tabela e figura abaixo.

Data	Casos confirmados	Data	Casos confirmados
06/03/2020	4	26/03/2020	428
07/03/2020	9	27/03/2020	491
08/03/2020	12	28/03/2020	549
09/03/2020	13	29/03/2020	575
10/03/2020	22	30/03/2020	613
11/03/2020	29	31/03/2020	643
12/03/2020	36	01/04/2020	757
13/03/2020	49	02/04/2020	867
14/03/2020	54	03/04/2020	927
15/03/2020	62	04/04/2020	1042
16/03/2020	68	05/04/2020	1128
17/03/2020	93	06/04/2020	1170
18/03/2020	98	07/04/2020	1311
19/03/2020	123	08/04/2020	1509
20/03/2020	154	09/04/2020	1693
21/03/2020	163	10/04/2020	1868
22/03/2020	230	11/04/2020	1965
23/03/2020	274	12/04/2020	2056
24/03/2020	338	13/04/2020	2382
25/03/2020	391	... 04/05/2020	?

COVID-19 infected patient all over time

2020-03-05 / 2020-04-12



Observando as figuras acima podemos perceber que no município do Rio de Janeiro segue comportamento não linear e para reproduzirmos o comportamento esperado para os próximos 21 dias consideraremos que base histórica até a última atualização (13/04 às 18h).

Modelos de previsão

Para estimarmos a quantidade total de pacientes confirmados com COVID-19 21 dias a frente (até 04/05) utilizamos modelos univariados consagrados da literatura e regressões apresentados abaixo:

- 1) Modelos de suavização exponencial (ETS);
- 2) Modelos auto regressivos integrados de média móvel (ARIMA);
- 3) Regressão Linear (RL);

Nenhum dos 3 modelos apresentados acima foi concebido para tratar de séries temporais de comportamento explosivo (como é o nosso caso). Entretanto, podemos realizar algumas transformações na série original apresentada para que a série transformada atenda às condições de "contorno" das técnicas apresentadas acima. Neste sentido, as principais formas comumente utilizadas em séries temporais são: diferenciação (neste caso, a série de internações por dia) e transformação logarítmica (elas também podem ser combinadas). Nas figuras abaixo são apresentadas a série original e cada série transformada (logarítmica,

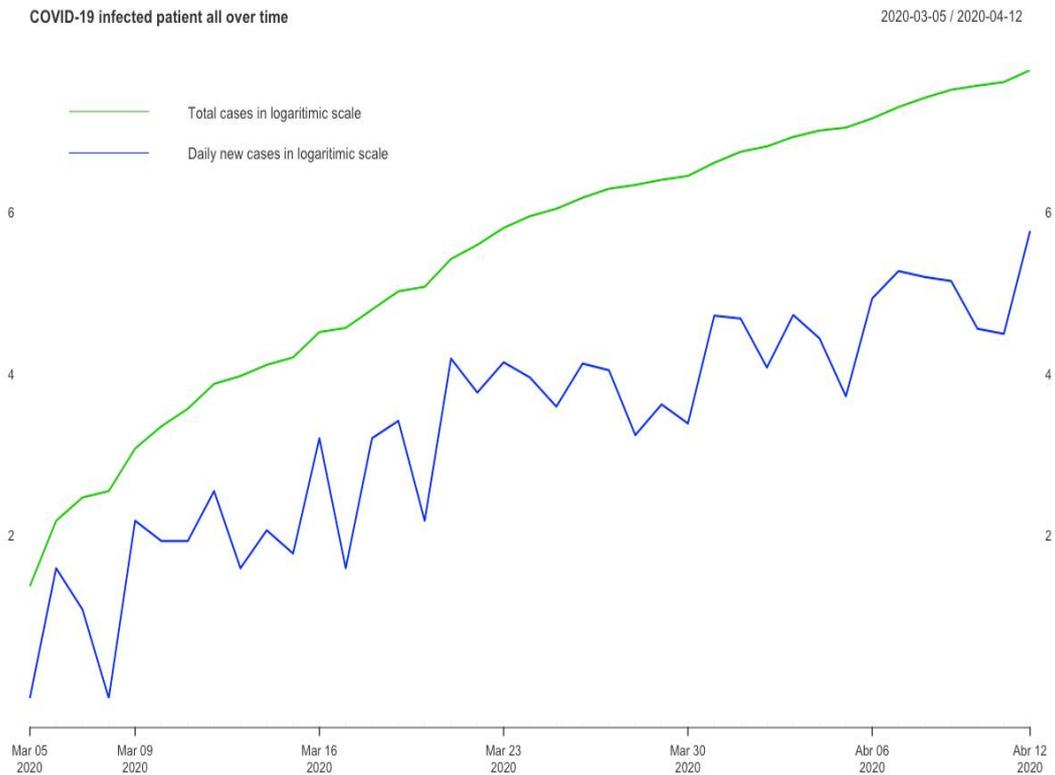
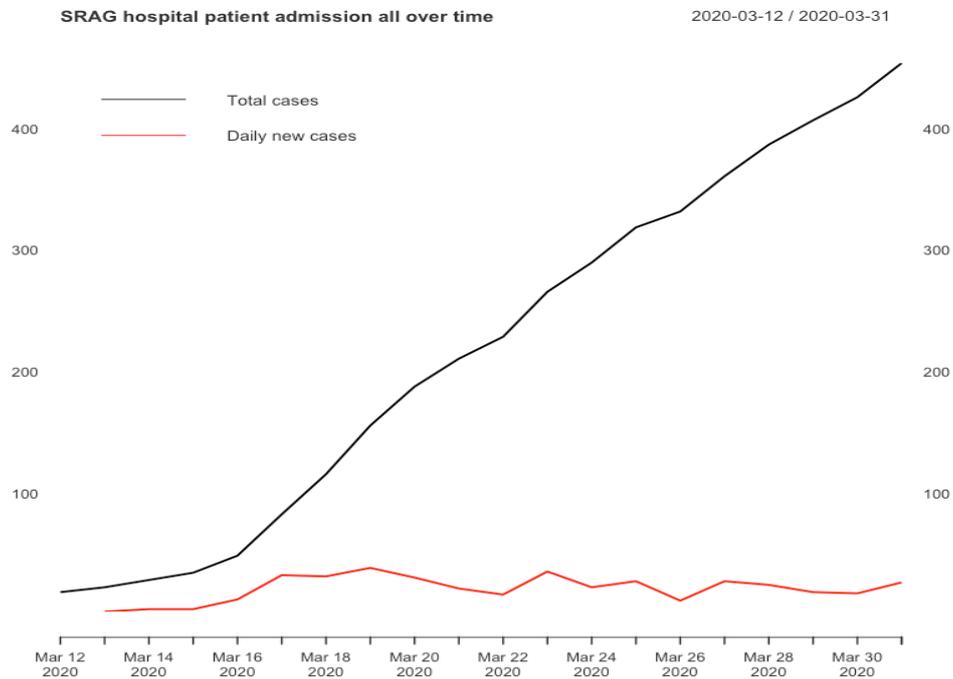
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA E GESTÃO EM SAÚDE

www.legos.uerj.br | Contato: legos@eng.uerj.br

Acompanhe o LEGOS também no

Instagram @legos.uerj | Facebook @legosaude | LinkedIn legos-uerj

diferenciada e logarítmica-diferenciada) de casos confirmados no Município do Rio de Janeiro.



Como o objetivo de trabalhar sobre a série mais estacionária possível (ainda que com tendência) trabalharemos sobre as duas séries que melhor apresentam este comportamento. A partir deste ponto chamaremos as séries escolhidas para prever o total

de casos confirmados de série original (SO) e a série em escala logarítmica (SL) e apresentaremos abaixo características observadas de cada modelo e cada série.

- 1) ETS na série original (ETS SO): capturou o padrão de crescimento linear;
- 2) ETS na série em escala logarítmica (ETS SL): capturou o padrão de crescimento explosivo;
- 3) ARIMA na série original (ARIMA SO): capturou o padrão de crescimento linear;
- 4) ARIMA na série em escala logarítmica (ARIMA SL): capturou o padrão de crescimento explosivo;
- 5) Regressão linear na série em escala logarítmica (RL SO): capturou o padrão de crescimento linear;
- 6) Regressão linear na série em escala logarítmica (RL SL): capturou o padrão de crescimento explosivo;

Cada modelo apresentado acima terá um conjunto de parâmetros que podem levar a previsões bastante distintas e avaliar qual seria o melhor modelo apenas pelo menor erro de acordo com a ser critério escolhido pode nos levar a uma baixa assertividade na previsão. Com objetivo de dirimir deste risco, fizemos primeiramente a avaliação dos resíduos do modelo de cada modelo apresentado acima seguindo as seguintes questões:

- 1) Média igual a 0 pelo teste de Student;
- 2) Segue uma distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk;
- 3) É independente e identicamente distribuído (não existe auto correlação estatisticamente significativa) pelo teste de Ljung-Box;
- 4) É homocedástico (a variância se mantém constante ao longo do tempo) pelo teste de heteroscedasticidade condicional auto-regressiva (ARCH).

A resposta de cada uma destas perguntas para cada modelo é apresentada na tabela abaixo. Para fins de simplificação nela colocamos apenas os p-valores encontrados. O nível de significância escolhido foi de 0,05, ou seja, trabalhamos com um intervalo de confiança de 95%.

Teste estatístico	ETS SO	ARIMA SO	RL SO	ETS SL	ARIMA SL	RL SL
Student	0,046	0,75	1	0,99	0,103	1
Shapiro-Wilk	0,003	0,056	0,002	0,645	0,590	0,432
Ljung-Box	0,757	0,537	<0,001	0,57	0,054	<0,001
ARCH	0,249	0,013	<0,001	0,08	0,024	<0,001

LABORATÓRIO DE ENGENHARIA E GESTÃO EM SAÚDE

www.legos.uerj.br | Contato: legos@eng.uerj.br

Acompanhe o LEGOS também no

Instagram @legos.uerj | Facebook @legosaude | LinkedIn legos-uerj

A tabela acima indica que apenas 1 modelo não deveria ser rejeitado ao nível de significância de 0,05: ETS SL (modelo com crescimento exponencial).

Os resultados de acurácia (precisão) olhando para a série histórica de todos modelos é apresentado na tabela abaixo. Nela, podemos observar que o modelo elegível pelo critério apresentado acima também leva a um menor média percentual absoluta do erro (MAPE) e segundo menor erro quadrático médio (RMSE).

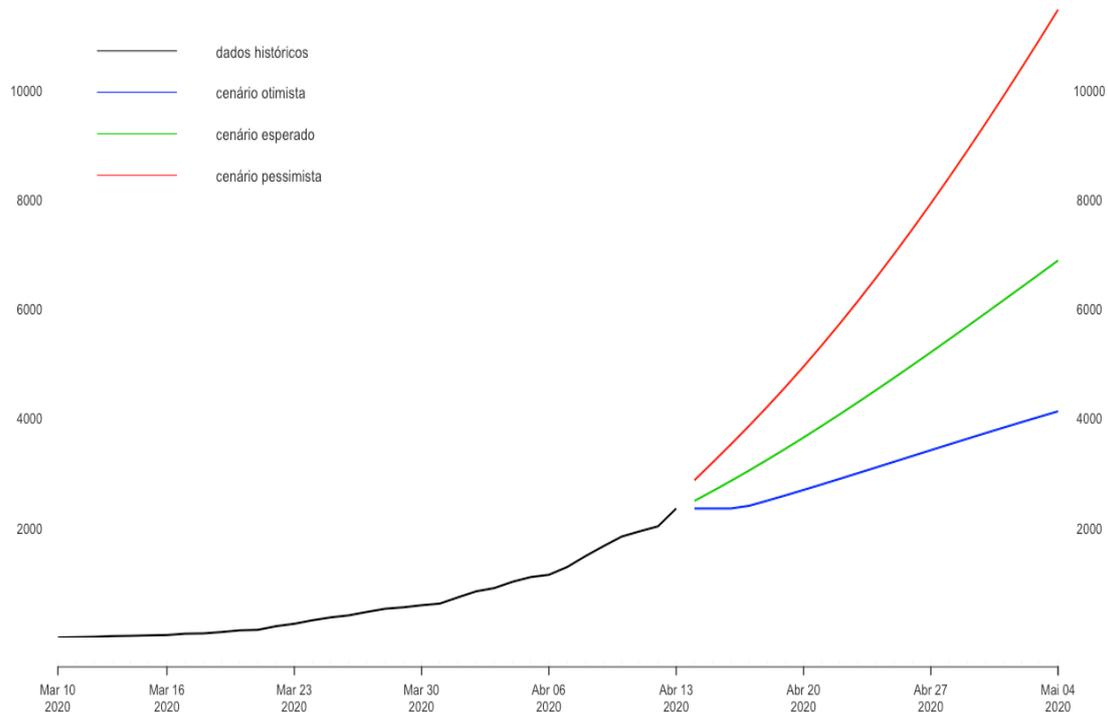
Modelos	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE
ETS SO	-9,97	54,92	33,89	-2,61	5,75
ARIMA SO	-12,39	41,29	28,74	-3	5,95
RL SO	0	234,04	201,55	10,17	68,91
ETS SL	-2,61	42,68	28,76	-0,23	5,47
ARIMA SL	9,82	46,79	32,19	1,83	6,07
RL SL	62,89	256,75	139,83	-2,66	19,45

Avaliado o resíduo do modelo ETS SL e tendo em conta a acurácia dos seus sinais na tabela e gráfico abaixo apresentamos os cenários otimista, esperado e pessimista. O intervalo de confiança utilizado para a geração dos cenários foi de 95%, ou seja, a probabilidade de o valor observado não estar entre os cenários otimistas e pessimistas é de 5%.

Previsões	ETS SL		
	Cenário Otimista	Cenário Esperado	Cenário Pessimista
14/04/2020	2382	2521	2898
15/04/2020	2382	2700	3223
16/04/2020	2382	2885	3552
17/04/2020	2431	3075	3891
18/04/2020	2524	3272	4240
19/04/2020	2621	3473	4602
20/04/2020	2721	3680	4977
21/04/2020	2822	3891	5364
22/04/2020	2925	4106	5765
23/04/2020	3029	4326	6179
24/04/2020	3134	4550	6605
25/04/2020	3238	4776	7045
26/04/2020	3343	5006	7496
27/04/2020	3448	5239	7960
28/04/2020	3553	5474	8435
29/04/2020	3656	5712	8922
30/04/2020	3759	5951	9419
01/05/2020	3861	6191	9927
02/05/2020	3962	6433	10444
03/05/2020	4061	6675	10971
04/05/2020	4159	6918	11507

Estimativa do Município do Rio de Janeiro para casos confirmados de COVID-19

2020-03-10 / 2020-05-04



O objetivo dos modelos utilizados foi estimar, com a maior precisão possível, quantos casos de pacientes com COVID-19 poderão ser confirmados em um horizonte de tempo de 21 dias e, com base nos critérios apresentados, concluímos que um modelo exponencial foi o que se melhor ajustou aos valores históricos apresentados até o momento.

Não é possível, no entanto, extrapolar este método para um período maior de tempo e nem mesmo concluir, a partir de seus resultados, em que estágio o município está na curva esperada de uma epidemia. Estudos com estes objetivos necessitam de abordagens mais complexas e também são conduzidas dentro do LEGOS.

Autor

Daniel Assad

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0258423859812498>

Coordenação do LEGOS|UERJ

Profa Thaís Spiegel, DSc. | thais@eng.uerj.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8880192361495671>

Nota técnica divulgada em 13 de abril de 2020.

LABORATÓRIO DE ENGENHARIA E GESTÃO EM SAÚDE

www.legos.uerj.br | Contato: legos@eng.uerj.br

Acompanhe o LEGOS também no

Instagram @legos.uerj | Facebook @legosaude | LinkedIn legos-uerj